

525,925
Rec'd PCT/PTO 25 FEB 2005

(2) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

10/525925

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年3月11日 (11.03.2004)

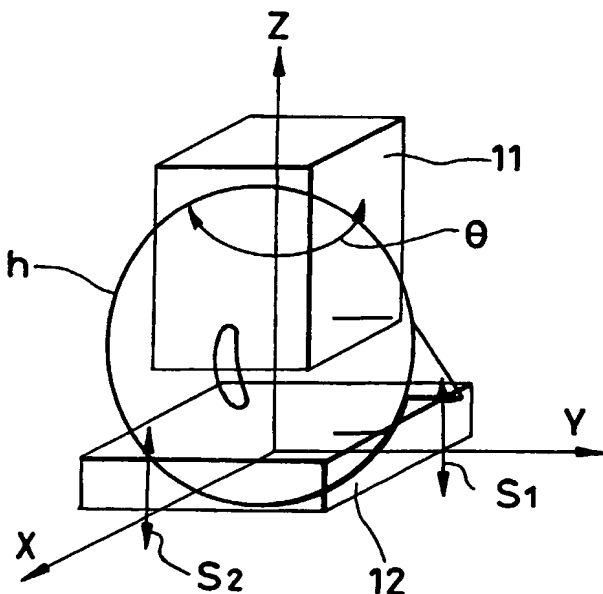
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/020946 A1

- (51) 国際特許分類: G01C 19/00 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010776
- (22) 国際出願日: 2003 年 8 月 26 日 (26.08.2003) (74) 代理人: 角田 芳末, 外 (TSUNODA, Yoshisue et al.); 〒160-0023 東京都 新宿区 西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): KR, US.
- (30) 優先権データ: 特願2002-249443 2002 年 8 月 28 日 (28.08.2002) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および 添付公開書類:
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 倉田 雅友 (KURATA, Masatomo) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR HEAD TRACKING

(54) 発明の名称: ヘッドトラッキング方法及び装置



(57) Abstract: A head tracking device, comprising a gyro sensor (11) for detecting a yaw angle by using the integrated value of an acceleration when a three-dimensional directions in which a head part is turned is detected by three axes for the yaw angle which is an angle of the head part rotated around a vertical axis vertically positioned on a horizontal plane and a pitch angle and a roll angle which are angles formed by two axes orthogonal to the vertical axis, an inclination sensor (12) for detecting the inclination of the plane orthogonal to the direction of the vertical axis, and a calculation means (14) for calculating the pitch angle and the roll angle by using an output from the inclination sensor, wherein the direction of the head part can be detected by a simple detection mechanism having two sensors in a head mounted display.

(57) 要約: 頭部の向いた3次元的方向を、頭部の水平面に直立する直立軸の回りを回転する角であるヨウ角と、前記直立軸と直交する2軸となす角度であるピッチ角及びロール角の3軸で検出する場合に、ヨウ角を加速度の積分値から検出するジャイロセンサ11と、直立軸方向と直交する平面の傾斜を検出する傾斜センサ12と、傾斜センサの出力からピッチ角及びロール角を算出する演算手段14とを備えた構成として、ヘッドマウントディスプレイなどで、頭部が向

いている方向の検出が2つのセンサによる簡単な検出構成で出来るようにする。

WO 2004/020946 A1

明 細 書
ヘッドトラッキング方法及び装置

技術分野

- 5 本発明は、ヘッドマウントディスプレイなどで、頭部が向いている方向を検出するヘッドトラッキング方法及び装置に関する。

背景技術

- 10 近年、人間の頭部が向いている３次元的な方向をセンサで検出して、その検出した方向の映像を、頭部に装着したヘッドマウントディスプレイ（HMD）に表示させるようにしたものが、バーチャルリアリティと称されて各種実用化されている。

- 15 図１は、従来のヘッドマウントディスプレイの構成例を示す図である。この例では、頭部の動きを検出するセンサ部７０と、頭部に装着されるヘッドマウントディスプレイ部８０と、この映像表示部８０に映像信号を供給するホスト部９０とで構成される。センサ部７０は、人間の頭部の動きを３次元的に検出する３つのセンサ７１，７２，７３と、各センサ７１，７２，７３の出力に基づいて、人間の頭部の３次元的な動きを演算する中央制御ユニット７４と、中央制御ユニット７４で演算された頭部の正面が向いた方向のデータをホスト部９０に伝えるコントロール用インターフェース部７５とで構成される。
- 20

- 25 ３つのセンサ７１，７２，７３は、例えばそれぞれが直交する３つの軸方向の加速度を個別に検出する角速度センサで構成され、中央制御ユニット７４での３軸の加速度の判断で、頭部の３次元的な動きを判断する。

ホスト部９０は、例えばある地点の周囲の全周の映像データを蓄積するメモリ９１と、そのメモリ９１に蓄積された映像データ

の中から、センサ部 70 で検出された方向の映像データを読み出して、3D 処理部 93 に供給する中央制御ユニット 92 と、供給される映像データを画像表示用の映像データとする 3D 処理部 93 と、3D 処理部 93 で作成された映像データを、ヘッドマウント
5 ディスプレイ部 80 に供給するビデオインターフェース部 94 とで構成される。

ヘッドマウントディスプレイ部 80 は、映像の表示制御を行う中央制御ユニット 81 と、ホスト部 90 から供給される映像データを受信するビデオインターフェース部 82 と、ビデオインター
10 フェース部 82 が受信した映像データを表示処理する映像表示部 83 とで構成される。映像表示部 83 は、例えば左右の目の近傍に配置される液晶表示パネルが表示手段として使用される。センサ部 70 とヘッドマウントディスプレイ部 80 は、一体に構成されるのが一般的である。ホスト部 90 は、例えば、パーソナルコ
15 ンピュータ装置とハードディスクや光ディスクなどの大容量記憶手段で構成される。

このように構成されるヘッドマウントディスプレイを用意することで、装着者の頭部の動きに連動した映像を表示させることが可能になり、いわゆるバーチャルリアリティの映像を表示させる
20 ことが可能になる。

ところが、従来のヘッドマウントディスプレイは、頭部の動きを検出するセンサ部として、直交する 3 軸の加速度を個別に検出する 3 つの加速度センサが必要であり、構成が複雑である問題点があった。特に、ヘッドマウントディスプレイは、ユーザの頭部
25 に装着される機器であるので、小型、軽量に構成させることが好ましく、3 つのセンサを必要とすることは、好ましくなかった。本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、頭部が向いている方向の検出が簡単なセンサ構成でできるようにすることを目的

とする。

発明の開示

第1の発明は、頭部の向いた3次元的な方向を、頭部の水平面
5 に直立する直立軸の回りを回転する角であるヨウ角と、前記直立
軸と直交する2軸となす角度であるピッチ角及びロール角の3軸
で検出するヘッドトラッキング方法において、前記ヨウ角をジャ
イロセンサの出力の積分値から判断し、前記直立軸方向と直交す
る平面の傾斜を検出する傾斜センサの出力から、前記ピッチ角及
10 び前記ロール角を算出するようにしたものである。

このようにしたことによって、ジャイロセンサと傾斜センサの
2つのセンサの出力だけで、頭部が向いている3次元的な方向を
検出でき、低コストで簡易にヘッドトラッキングを行うシステム
を実現できるようになる。

15 第2の発明は、第1の発明のヘッドトラッキング方法において、
ジャイロセンサの出力からヨウ角を判断する周期は、前記傾斜セ
ンサの出力からピッチ角及びロール角を算出する周期よりも短い
周期としたものである。

20 このようにしたことによって、ジャイロセンサが出力する動的
な角速度の短周期での判断に基づいて、ヨウ角の判断が正確に行
えると共に、ピッチ角及びロール角については、重力である静的
な加速度から算出されるので、ある程度検出周期が長くなっても、
常時正確に検出でき、良好な演算配分で、精度良く3軸の角度を
検出できるようになる。

25 第3の発明は、第1の発明のヘッドトラッキング方法において、
判断されたピッチ角及びロール角から、ジャイロセンサの出力か
ら判断したヨウ角の補正を行うようにしたものである。

このようにしたことによって、より正確なヨウ角が判断できる

ようになる。

第4の発明は、頭部の向いた3次元的な方向を、頭部の水平面に直立する直立軸の回りを回転する角であるヨウ角と、前記直立軸と直交する2軸となす角度であるピッチ角及びロール角の3軸
5 で検出するヘッドトラッキング装置において、前記ヨウ角を検出するためのジャイロセンサと、前記直立軸方向と直交する平面の傾斜を検出する傾斜センサと、前記ジャイロセンサの出力の積分値からヨウ角を判断すると共に、前記傾斜センサが出力する角速度から、前記ピッチ角及び前記ロール角を算出する演算手段とを
10 備えたものである。

このようにしたことによって、ジャイロセンサと傾斜センサの2つのセンサを設けるだけで、頭部が向いている3次元的な方向を検出でき、低コストで簡易にヘッドトラッキングを行うシステムを実現できるようになる。

15 第5の発明は、第4の発明のヘッドトラッキング装置において、前記演算手段は、前記ジャイロセンサの出力からヨウ角を判断する周期は、前記傾斜センサの出力からピッチ角及びロール角を算出する周期よりも短い周期としたものである。

20 このようにしたことによって、ジャイロセンサが出力する動的な角速度の短周期での判断に基づいて、ヨウ角の判断が正確に行えとと共に、ピッチ角及びロール角については、重力である静的な加速度から算出されるので、ある程度検出周期が長くなっても、常時正確に検出でき、良好な演算配分で、精度良く3軸の角度を検出できるようになる。

25 第6の発明は、第4の発明のヘッドトラッキング装置において、前記演算手段は、算出されたピッチ角及びロール角から、前記ジャイロセンサの出力から判断したヨウ角の補正を行うようにしたものである。このようにしたことによって、より正確なヨウ角が

判断できるようになる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の一実施の形態によるヘッドマウントディスプレイの装着例を示す斜視図である。

図 2 は、本発明の一実施の形態によるヘッドマウントディスプレイの形状の一例を示す斜視図である。

図 3 は、図 2 例のヘッドマウントディスプレイの側面図である。

図 4 は、図 2 例のヘッドマウントディスプレイの映像表示部を上げた状態の例を示す斜視図である。

図 5 は、本発明の一実施の形態による基準軸を示す説明図である。

図 6 は、本発明の一実施の形態によるセンサによる検出状態の示す説明図である。

図 7 は、本発明の一実施の形態によるシステム構成例を示すブロック図である。

図 8 は、本発明の一実施の形態によるヘッドトラッキング処理例を示すフローチャートである。

図 9 は、本発明の一実施の形態による 2 軸センサ処理例を示すフローチャートである。

図 10 は、本発明の一実施の形態によるジャイロセンサ処理例を示すフローチャートである。

図 11 は、従来のヘッドマウントディスプレイのシステム構成例を示すブロック図である。

25

発明を実施するための最良の形態

以下、図 1 ～ 図 10 を参照して、本発明の一実施の形態について説明する。

図 1 は、本例のヘッドマウントディスプレイの装着例を示す図である。本例のヘッドマウントディスプレイ 100 は、ユーザの頭部 h の左右の耳介の上に装着されるヘッドホンの如き形状としてあり、そのヘッドホンの如き形状とした上で映像表示部を取付けてある。図 1 は、映像表示部 110 を、ユーザの目の前に位置させて、映像と音声を視聴する状態を示してある。このヘッドマウントディスプレイ 100 は、図示しない映像信号源とケーブル 148 で接続させてあり、その映像信号源から供給される映像を映像表示部 110 で表示させると共に、左右の耳介に装着されたドライバユニットから、供給される音声を出力させる。本例の場合には、ヘッドマウントディスプレイ 100 内に、装着者が向いた方向を検出するセンサを内蔵させてあり、そのセンサの出力に基づいて検出された装着者が向いた方向に対応した映像を、映像信号源からヘッドマウントディスプレイ 100 に供給して表示させるようにしてある。音声についても、ステレオ音声信号として、そのとき向いた方向に対応した位相の音声を出力させるようにしても良い。

図 2 は、ヘッドマウントディスプレイ 100 の形状の例を示した図である。本例のヘッドマウントディスプレイ 100 は、左ドライバユニット 140 と右ドライバユニット 150 を、バンド 130 で接続させた上で、左右のドライバユニット 140, 150 で支持された状態で、横長形状の映像表示部 110 を取付けるようにしてある。バンド 130 は、弾力性を有する素材で構成されており、左ドライバユニット 140 と右ドライバユニット 150 とが、比較的弱い力で装着者の耳介側に押しつけられて、頭部に保持される構成としてある。また、頭部に装着されていない状態では、左右のドライバユニット 140, 150 どうしの一部が接触するように近接する状態となっている。

バンド 1 3 0 については、幅広部 1 3 1 が中央部に形成させてあり、装着者の頭部でヘッドマウントディスプレイ 1 0 0 を安定して保持できる構成としてある。また、バンド 1 3 0 の一端及び他端には、U字金具保持部 1 3 2, 1 3 3 が構成させてあり、各

5 ドライバユニット 1 4 0, 1 5 0 の上端に取付けられたU字金具 1 4 4, 1 5 4 の途中を、U字金具保持部 1 3 2, 1 3 3 で保持させるようにしてある。このU字金具 1 4 4, 1 5 4 を、保持部 1 3 2, 1 3 3 で保持する位置を変化させることで、装着者の頭部の大きさに応じた調整ができる。

10 各ドライバユニット 1 4 0, 1 5 0 は、音声信号の供給で音声を出力する円形のドライバ（スピーカユニット）が内部に配置されたドライバ配置部 1 4 1, 1 5 1 が中央に設けてあり、各ドライバ配置部 1 4 1, 1 5 1 の周囲に、環状のイヤーパーッド 1 4 2, 1 5 2 が取付けてある。本例の各ドライバ配置部 1 4 1, 1 5 1

15 と各イヤーパーッド 1 4 2, 1 5 2 との間には、空洞部 1 4 7, 1 5 7 が設けてあり、装着者の耳介に対して若干浮いた状態で、ドライバ配置部 1 4 1, 1 5 1 が位置するようにしてあり、いわゆるフルオープンエア型のヘッドホンとなるようにしてある。

映像表示部 1 1 0 については、装着者の左目の前面に左目用の

20 映像表示パネル 1 0 0 L が配置してあり、装着者の右目の前面に右目用の映像表示パネル 1 0 0 R が配置してある。図 1, 図 2 では、外側から見た図となっているため、映像表示パネル 1 0 0 L, 1 0 0 R は見えない状態となっている。それぞれの映像表示パネル 1 0 0 L, 1 0 0 R は、例えば液晶表示パネルが使用される。

25 図 3 は、装着状態を真横から見た図であり、装着者の目の前に左右の映像表示パネル 1 0 0 L, 1 0 0 R が位置している状態が判る。但し、液晶表示パネルなどの映像表示手段が、目に近接した位置にあるとは限らず、映像表示部 1 1 0 の内部に表示パネルが

配置されて、光学部品を介して装着者の目前に映像が表示されるように見える構成としてある場合もある。また、バックライトなどの照明手段が必要な場合にも、映像表示部 110 に内蔵させてある。

- 5 左右の液晶表示パネル 100L, 100R の間の下部には、鼻用切り欠き部 100n が設けてあり、図 1 に示したような装着時に、映像表示部 110 が装着者の鼻に接触しないようにしてある。

- 映像表示部 110 を左右のドライバユニット 140, 150 で支持する機構としては、映像表示部 110 の一端及び他端が、連結部 111, 112 を介して、水平面上で回動できる状態で接続部材 113, 114 に接続させてあり、さらに各接続部材 113, 114 の端部が連結部 115, 116 を介して、棒状の接続部材 117, 118 に水平面上で回動できる状態で取付けてある。

- 15 このように左右 2 箇所、合計 4 箇所の連結部 111, 112, 115, 116 を有しているために、上述したように、ヘッドマウントディスプレイ 100 が非装着の状態、左右のドライバユニット 140, 150 が近接した状態から、装着時に左右のドライバユニット 140, 150 が離れた状態まで、映像表示部 110 を良好に保持できる構造となっている。

- 20 映像表示部 110 に接続された棒状の接続部材 117, 118 は、接続部材 123, 124 に固定された軸保持部 121, 122 の透孔 121a, 122a を通過させてあり、その透孔 121a, 122a からの棒状の接続部材 117, 118 の突出長を調整することで、映像表示部 110 と装着者の目との間の距離を調整できるようにしてある。

また、接続部材 123, 124 は、左右のドライバユニット 140, 150 側と連結部 145, 155 を介して上下に回動できる状態に接続させてあり、この回動により、映像表示部 110 を

上部に上げることができる構成としてある。図4は、映像表示部110を上部に上げた状態の例を示した図である。このように映像表示部110を上部に上げたときには、バンド130の上に映像表示部110が位置することになる。なお、映像表示部110は、棒状の接続部材117、118の後端から外部に露出したコード146、156を介して左右のドライバユニット140、150内と電氣的に接続させてあり、映像信号源と接続されたコード148を介して得られた映像信号が、映像表示部110に供給されると共に、映像信号源からの音声信号についても、コード146、156を介して右のドライバユニット150に供給される構成としてある。また、図示しない2つのセンサがドライバユニット150（或いは映像表示部110）に内蔵させてあり、そのセンサ出力に基づいたコントロール用のデータが、コード148を介して映像信号源側に供給されるようにしてある。

また、図示はしないが、本例のヘッドマウントディスプレイ100の所定位置（例えば一方のドライバユニット140）には、リセットスイッチが取付けてあり、また、その他のキースイッチやボリューム等の操作手段についても、必要により配置してある。

次に、本例のヘッドマウントディスプレイ100で、装着者の頭部が向いた方向を検出する処理構成の原理を、図5及び図6を参照して説明する。図5Aに示すように、直立した状態の頭部hを直立する軸をZ軸とし、そのZ軸と直交する2つの軸であるX軸、Y軸を考えて、そのX軸、Y軸、Z軸で装着者の頭部が向いた方向の3次元的な座標位置を考えるとする。図5Bに示すように、X軸は頭部の左右方向の軸であり、Y軸は頭部の前後方向の軸である。このとき、頭部hの水平的な回動は、Z軸の回りを回転する角であるヨウ角（Yaw角） θ で示され、頭部hの前後方向の傾きは、Y軸との間でなす角度であるピッチ角（お辞儀方向

の角度)として示され、頭部hの左右方向の傾きは、X軸との間でなす角度であるロール角(かしげ方向の角度)として示される。

装着者の頭部が向いた3次元的な方向を正確に検出するためには、ヨウ角 θ とロール角及びピッチ角の検出が必要であり、従来

5 はそれぞれの角度の検出を行うために、それぞれ別の方向を向いた3つのセンサで角速度を個別に検出するようにしていた。ここで本例においては、ヨウ角 θ については、1つのジャイロセンサから検出するようにしてあり、ロール角とピッチ角については、
10 図5Aに示すように、センサの中心を図の座標系の原点として、X軸とY軸で構成される平面(XY平面)に対するX軸方向、Y軸方向の傾きを検出する傾斜センサ(2軸傾斜センサ)の出力から判断するようにしてある。ここでは、Y軸方向の傾きS1を、X軸回転方向の角度ピッチ角と同等とし、X軸方向の傾きS2を、Y軸回転方向の角度ロール角と同等とする。

15 なお、傾斜センサは、静的な加速度である重力を計測するセンサであるため、 $\pm 90^\circ$ の判断手しか検出できないが、直立状態における人間の頭部の回転角をカバーできる範囲内であるため、人間の頭部の回転位置を検出できる。さらに、ピッチ角やロール角は、静的な加速度である重力を絶対座標軸として出力となるので、センサによるドリフト現象は発生しない。Z軸方向の加速度
20 S1及びS2は、同じ方向の加速度であるので、図6に示すように、Z軸方向の加速度を検出する1つの加速度センサ12で、加速度S1及びS2を検出して、ロール角とピッチ角を判断するようにしてある。また、ヨウ角 θ は、この方向の加速度を検出する
25 ジャイロセンサ11が出力する加速度から判断するようにしてある。この2つのセンサ11, 12は、既に述べたように、ヘッドマウントディスプレイ100のいずれかの位置に配置すれば良い。

次に、本例のヘッドマウントディスプレイ100の回路構成を、

図 7 のブロック図を参照して説明する。図 7 では、ヘッドマウントディスプレイ 100 にコード 148 を介して接続される映像信号源 20 の構成についても示してある。

5 ヘッドマウントディスプレイ 100 に取付けられたジャイロセンサ 11 は、そのセンサ 11 が出力する加速度信号をアナログ処理部 13 に供給して、ローパスフィルタによるフィルタリング、増幅などのアナログ処理を行い、その後デジタルデータ化し、中央制御ユニット 14 に供給する。傾斜センサ 12 は、ここではパルス幅変調信号である PWM 信号として、加速度信号を出力する
10 センサとしてあり、X 軸方向の傾斜状態と、Y 軸回転方向の傾斜状態とを、個別に PWM 信号として中央制御ユニット 14 に供給する。この供給された PWM 信号に基づいて、ロール角及びピッチ角を算出するようにしてある。

15 また、ヘッドマウントディスプレイ 100 に設けられたリセットスイッチ 15 と、キースイッチ 16 の操作を、中央制御ユニット 14 で検出する構成としてある。中央制御ユニット 14 では、リセットスイッチ 15 が操作されたときの位置を基準位置として、ジャイロセンサ 11 と加速度センサ 12 との出力に基づいて、その基準位置からの装着者の頭部の動きを検出する構成としてある。
20 頭部の正面が向く方向であるヨウ角については、ジャイロセンサ 11 の出力に基づいて算出するようにしてある。但し、傾斜センサ 12 の出力に基づいて算出されたロール角及びピッチ角を使用して、ジャイロセンサ 11 の出力に基づいて算出されたヨウ角を補正するようにしても良い。具体的には、例えば頭部がいずれかの
25 方向に比較的大きく傾斜した状態でヨウ角の動きがあった場合に、ジャイロセンサ 11 の出力から検出されるヨウ角に誤差が生じる可能性があり、そのような場合に、算出されたロール角及びピッチ角を使用して、ヨウ角を補正しても良い。

中央制御ユニット 14 で算出された 3 軸（ヨウ角、ロール角、ピッチ角）の各軸毎の算出角度のデータは、ヘッドトラッキング角度データとして、コントロール用インターフェース部 18 から、映像信号源 20 側に送られる。

- 5 映像信号源 20 は、例えばある地点の周囲の全周の映像データと、その映像データに付随する音声データを蓄積するメモリ 21 と、そのメモリ 21 に蓄積された映像データの中から、ヘッドマウントディスプレイ 100 で検出されたヘッドトラッキング角度データで示される方向の映像データを読み出して、3D 処理部 23
- 10 に供給する制御を行う中央制御ユニット 22 と、供給される映像データを画像表示用の映像データとする 3D 処理部 23 と、3D 処理部 23 で作成された映像データを、ヘッドマウントディスプレイ部 100 に供給するビデオインターフェース部 24 と、ヘッドマウントディスプレイ 100 で検出されたヘッドトラッキング
- 15 角度データを受信するコントロール用インターフェース部 25 とで構成される。

- そして、映像信号源 20 からヘッドマウントディスプレイ 100 に供給される映像データは、ヘッドマウントディスプレイ 100 のビデオインターフェース部 17 で受信されて、映像表示部 1
- 20 10 に供給し、映像表示部 110 内の左右の映像表示パネル 100 L, 100 R に表示させる処理を行う。なお、映像データが立体映像表示用の映像データである場合には、左右の映像表示パネル 100 L, 100 R に供給して表示させる映像データが個別のものになる。ビデオインターフェース部 17 での受信、及び映像
- 25 表示部 110 での映像表示についても、中央制御ユニット 14 の制御で実行される。

なお、図 7 のブロック図では、音声データを処理する構成については省略してある。音声データについては、ヘッドトラッキン

グ処理を行わなくても良いが、ステレオ音声を出力させる場合に、その音像が定位する方向を、ヘッドトラッキング角度データで示される角度に変化させても良い。映像信号源 20 については、例えば、パーソナルコンピュータ装置、ビデオゲーム機器、PDA
5 (Personal Digital Assistants), 携帯電話端末などの演算処理を実行する手段と、これらの機器が内蔵（又は取付けられた）ハードディスク、光ディスク、半導体メモリなどの大容量記憶手段で構成される。

次に、本例のヘッドマウントディスプレイ 100 でヘッドトラ
10 ッキング角度データを得るヘッドトラッキング処理例を、図 8 ～図 10 のフローチャートを参照して説明する。まず、ヘッドトラッキングのメイン処理を、図 8 のフローチャートを参照して説明すると、ヘッドマウントディスプレイ 100 の電源投入があると
15 (ステップ S 11)、各種初期化命令の出力による初期化処理が行われ(ステップ S 12)、その後リセット信号処理が実行される(ステップ S 13)。リセット信号処理では、リセットスイッチ 15 の操作又は映像信号源 20 からのリセット信号の要求により、その
20 ときの装着者の姿勢時におけるヘッドトラッキングデータを保存し、信号されるヘッドトラッキングデータがその姿勢で 0° となるようにする。また、その場合、例えばヨウ角は、 $\pm 180^\circ$ を検出できるので問題ないが、ピッチ角とロール角は検出できる範囲が $\pm 90^\circ$ であるため、その 2 軸に関してのリセットを受け付ける姿勢角を、図 5, 図 6 に示した Z 軸と直交する平面付近に限定する処理が行われる。

25 次に、3 軸角度検出処理が行われる(ステップ S 14)。この 3 軸角度検出処理では、2 軸傾斜センサ処理と、ジャイロセンサ処理が行われる。図 9 は、2 軸傾斜センサ処理を示したフローチャートである。2 軸傾斜センサ処理では、傾斜センサ 12 から供給

される P W M 信号の X 軸のデューティ比及び Y 軸のデューティ比を検出する（ステップ S 2 1, S 2 2）。そして、各デューティ比から、ピッチ角及びロール角を算出する（ステップ S 2 3）。そして、傾斜センサ 1 2 の加速度検出軸が、装着者の X 軸, Y 軸に対し、X Y 平面上で、ヨウ角方向にずれがあった場合、算出したピッチ角とロール角に、そのずれの補正を行い（ステップ S 2 4）、2 軸傾斜センサ処理を終了する（ステップ S 2 5）。

図 1 0 は、ジャイロセンサ処理を示したフローチャートである。

ジャイロセンサ処理では、まずジャイロセンサからの出力をデジタル変換したデータを取得する（ステップ S 3 1）。次に、そのゲインの異なる複数の中央制御ユニットでデジタル変換して、ダイナミックレンジを大きくするためのゲインレンジング処理を行い（ステップ S 3 2）、さらにジャイロセンサ 1 1 の D C オフセットをカットする処理を行う（ステップ S 3 3）。そして、ノイズ成分をカットするためのコアリング処理を行い（ステップ S 3 4）、角速度データの積分処理により、ヨウ角を算出し（ステップ S 3 5）、ジャイロセンサ処理を終了する（ステップ S 3 6）。なお、既に説明したように、ステップ S 3 5 でヨウ角を算出する際には、2 軸傾斜センサ処理で検出されたピッチ角とロール角に基づいて、算出されたヨウ角を補正するようにしても良い。

図 8 のメイン処理に戻ると、このようにして算出されたヨウ角とピッチ角とロール角を使用して、ヘッドトラッキング角度を求め、そのヘッドトラッキング角度データを、映像信号源側に転送する処理を行い（ステップ S 1 5）、ステップ S 1 3 のリセット信号処理に戻る。但し、リセット信号処理でリセットスイッチの操作又はリセット信号の供給がない場合には、そのままステップ S 1 4 の 3 軸角度検出処理に戻る。

なお、ステップ S 1 4 での 3 軸角度検出処理では、2 軸傾斜セ

- ンサ処理として、重力である静的な加速度を検出して、その検出時の傾斜角度を求めるのに対し、ジャイロセンサ処理では、動的な加速度成分を検出して、積分することでヨウ角を求めるのであるので、それぞれの処理を行う周期は異なった周期であっても良い。
- 5 ヘッドトラッキング角度データを、映像の切り出し範囲選定に利用する場合、ヘッドトラッキング検出の遅延時間が重要になってくるので、最大でも映像の更新レート以内に、ヘッドトラッキング処理を完了させ、転送する必要があり、処理時間配分が最も効率的となる周期で、図9のフローチャートの2軸傾斜センサ
- 10 処理と図10のジャイロセンサ処理を実行することが重要になる。一例としては、16ビットで演算を行う汎用のマイクロプロセッサを中央制御ユニットとし、2軸傾斜センサ処理を125Hz周期で行い、ジャイロセンサ処理を1.25KHz周期で行うことで、上述した更新レートを満たすことが可能である。
- 15 このように構成されるヘッドマウントディスプレイ100によると、装着者の頭部の動きに連動した映像を表示させることが可能になり、いわゆるバーチャルリアリティの映像を表示させることが可能になる。また、音声についても、ヘッドトラッキングさせた音声の出力が可能になる。
- 20 そして、ヘッドトラッキング角度を検出するセンサとしては、ジャイロセンサと2軸傾斜センサを用意するだけで良く、2個のセンサだけを使用した簡単な構成で、良好に3次元的なヘッドトラッキング角度の検出が可能になる。ピッチ角とロール角については、 $\pm 90^\circ$ に検出範囲が制限されることになるが、通常の人
- 25 間の頭部の動きの範囲内の姿勢角を検出する分には十分な範囲であり、実用上問題はない。また、本例の場合には、ピッチ角とロール角は傾斜センサを使用して検出するので、ドリフト現象が発生することがなく、水平方向に安定した映像などでの仮想3D空

間が、簡易で低コストに実現できる。また、センサの数が少ないために、ヘッドトラッキング角度を算出する演算手段（中央制御ユニット）での演算処理負担がそれだけ少なくて済む効果を有する。さらに、センサが少なくても良いので、ヘッドマウントディスプレイそのものを小型に構成でき、ヘッドマウントディスプレイの装着感を向上させることができる。

5
10
15
なお、図 1 ～ 図 4 に示した本例の形状のヘッドマウントディスプレイの場合には、いわゆるフルオープンエア型のヘッドホンに映像表示部を取付けて、ヘッドマウントディスプレイとして機能する形状としてあるので、従来からあるフルオープンエア型のヘッドホンとほぼ同様の装着感で、ヘッドマウントディスプレイを装着することができ、ヘッドマウントディスプレイとして良好なものになる。また、図 4 に示したように、映像表示部 110 をはね上げた場合には、ヘッドホンとしても使用可能であり、装置の汎用性が高い。

20
なお、この図 1 ～ 図 4 に示したヘッドマウントディスプレイの外形形状については一例を示したものであり、その他の形状のヘッドマウントディスプレイに、本発明を適用することができることは勿論である。また、ステレオ音声の音像定位位置を、ヘッドトラッキングで行うヘッドホン装置（即ち映像表示機能のない装置）に、本発明のヘッドトラッキング処理を適用しても良い。

25
さらに、上述した実施の形態では、ヘッドマウントディスプレイにリセットスイッチを設けて、そのリセットスイッチの操作された位置を、基準位置として、その位置からの動きを検出するようにしたが、何らかの方法（例えば地磁気センサなど）で絶対的な方位を検出するようにして、リセットスイッチを設けることなく、絶対的な角度によるヘッドトラッキング処理を行うようにしても良い。

請 求 の 範 囲

1. 頭部の向いた3次元的な方向を、頭部の水平面に直立する直立軸の回りを回転する角であるヨウ角と、前記直立軸と直交する2軸となす角度であるピッチ角及びロール角の3軸で検出するヘッドトラッキング方法において、
- 5 前記ヨウ角をジャイロセンサの出力の積分値から判断し、
前記直立軸方向と直交する平面の傾斜を検出する傾斜センサの出力から、前記ピッチ角及び前記ロール角を算出する
ヘッドトラッキング方法。
- 10 2. 請求の範囲第1項記載のヘッドトラッキング方法において、
ジャイロセンサの出力からヨウ角を判断する周期は、前記傾斜センサの出力からピッチ角及びロール角を算出する周期よりも短い周期とした
ヘッドトラッキング方法。
- 15 3. 請求の範囲第1項記載のヘッドトラッキング方法において、
判断されたピッチ角及びロール角から、ジャイロセンサの出力から判断したヨウ角の補正を行う
ヘッドトラッキング方法。
4. 頭部の向いた3次元的な方向を、頭部の水平面に直立する直立軸の回りを回転する角であるヨウ角と、前記直立軸と直交する2軸となす角度であるピッチ角及びロール角の3軸で検出するヘッドトラッキング装置において、
- 20 前記ヨウ角を検出するためのジャイロセンサと、
前記直立軸方向と直交する平面の傾斜を検出する傾斜センサと、
25 前記ジャイロセンサの出力の積分値からヨウ角を判断すると共に、前記傾斜センサが出力する角速度から、前記ピッチ角及び前記ロール角を算出する演算手段とを備えた
ヘッドトラッキング装置。

5. 請求の範囲第4項記載のヘッドトラッキング装置において、
前記演算手段は、前記ジャイロセンサの出力からヨウ角を判断する周期は、前記傾斜センサの出力からピッチ角及びロール角を算出する周期よりも短い周期とした

5 ヘッドトラッキング装置。

6. 請求の範囲第4項記載のヘッドトラッキング装置において、
前記演算手段は、算出されたピッチ角及びロール角から、前記ジャイロセンサの出力から判断したヨウ角の補正を行う
ヘッドトラッキング装置。

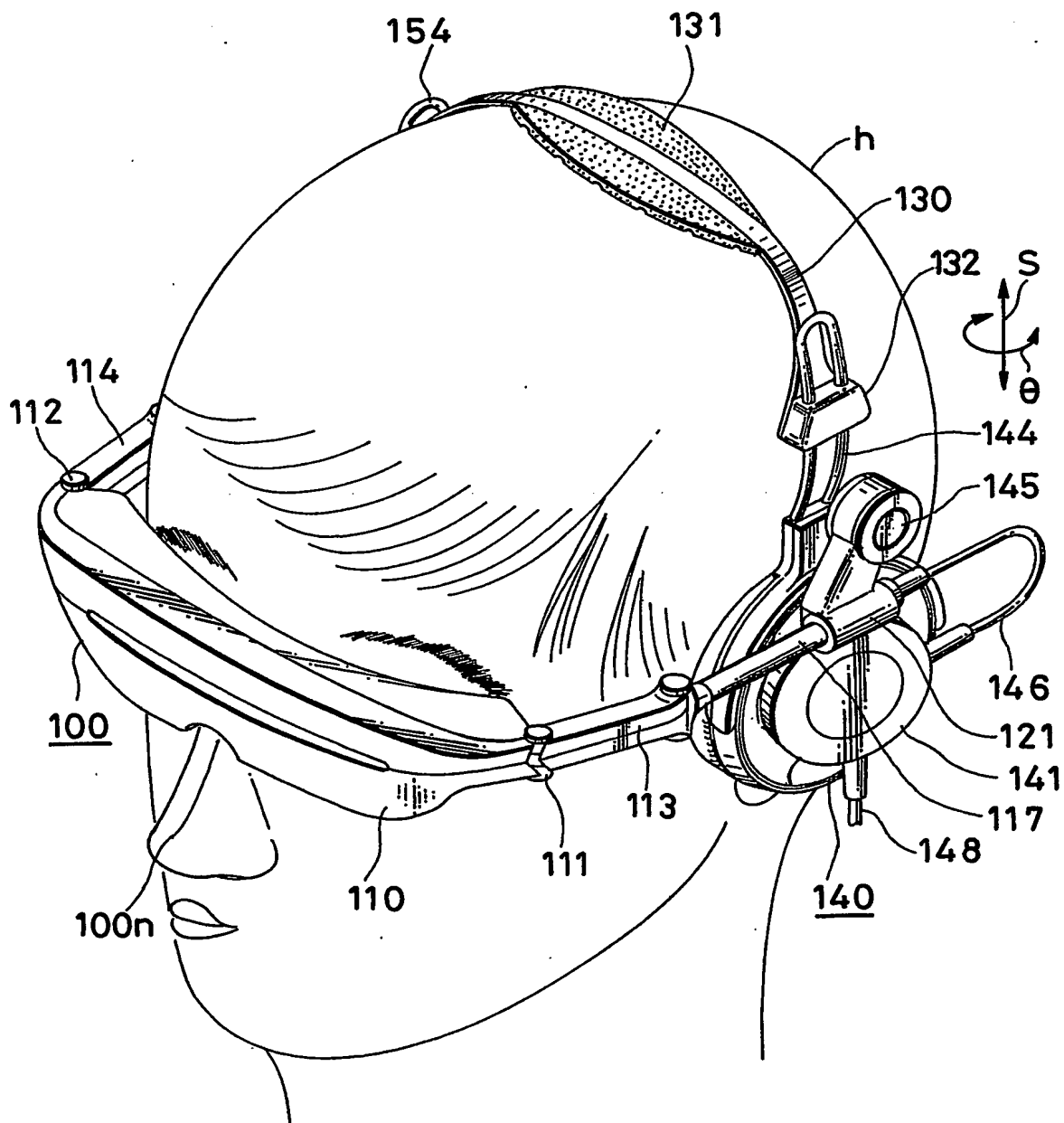
FIG. 1

FIG. 2

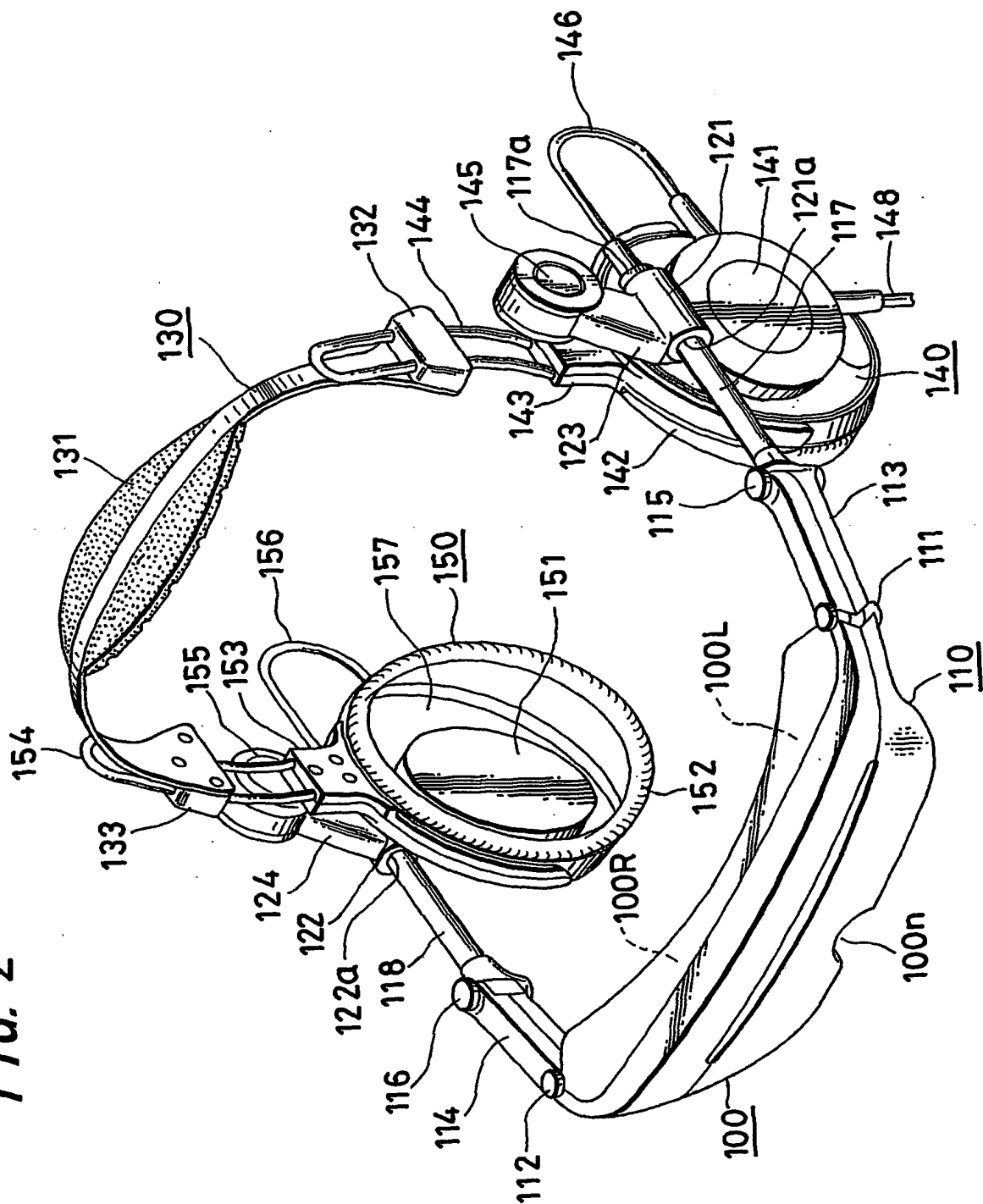


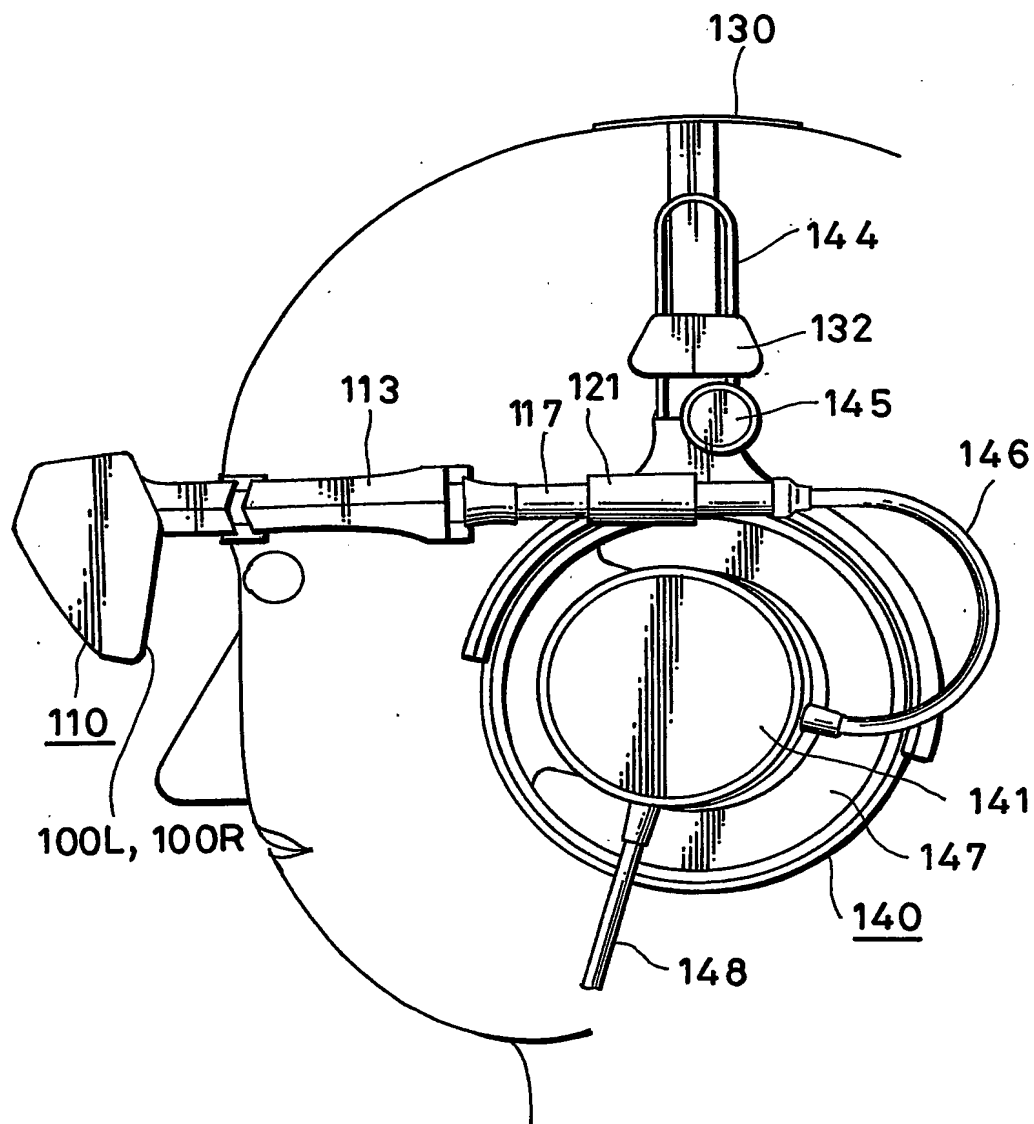
FIG. 3

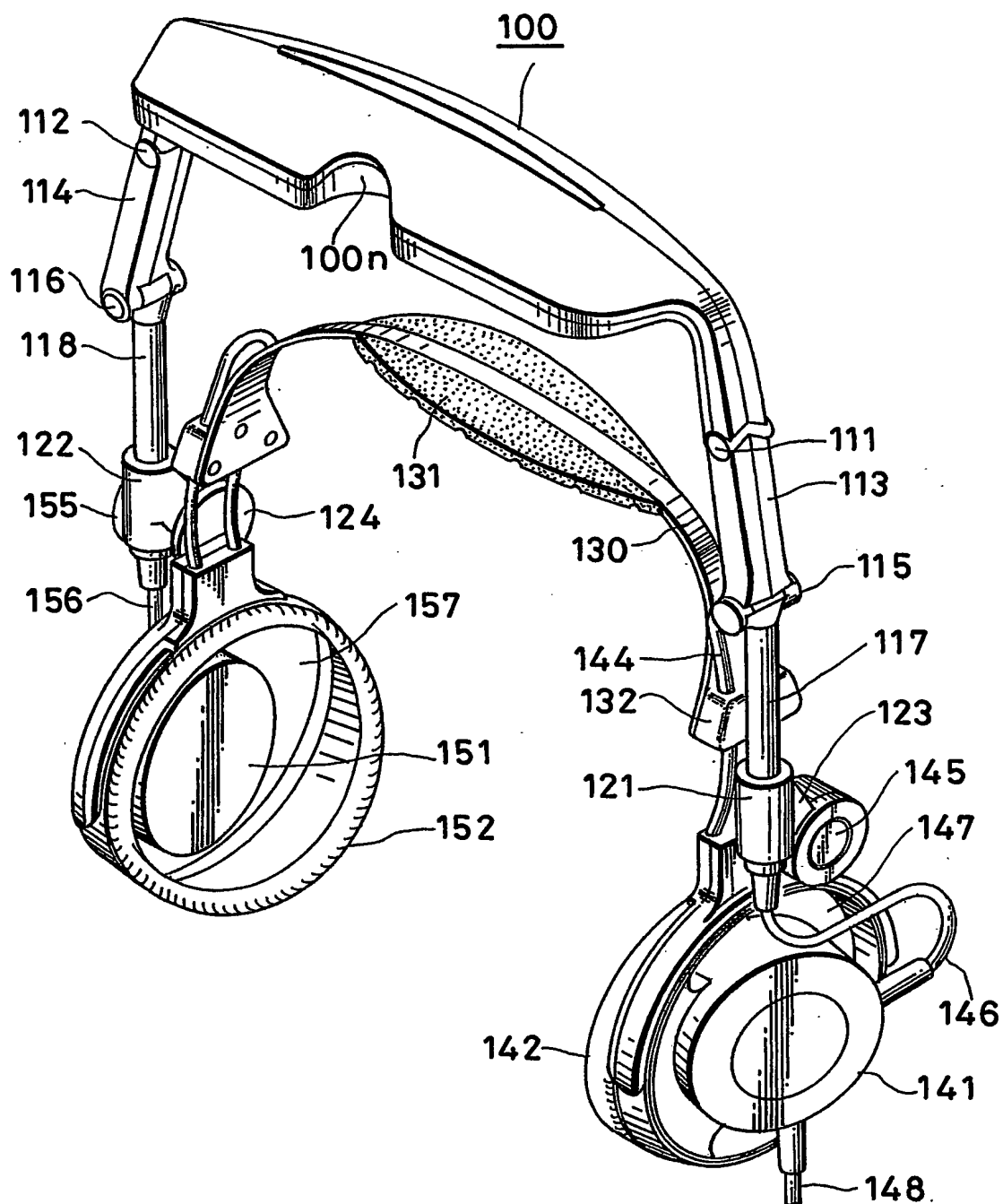
FIG. 4

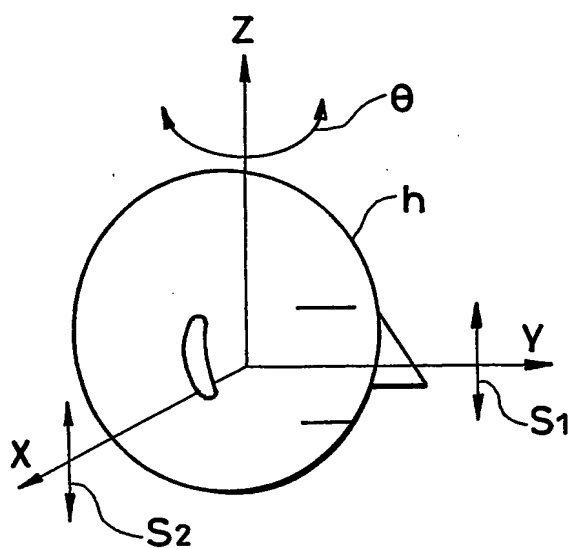
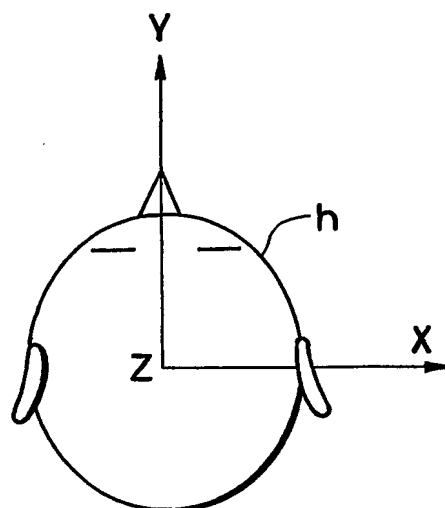
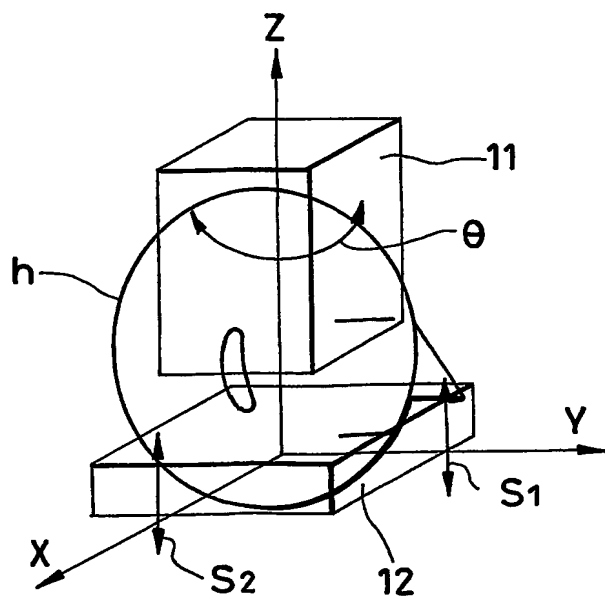
FIG. 5A**FIG. 5B****FIG. 6**

FIG. 7

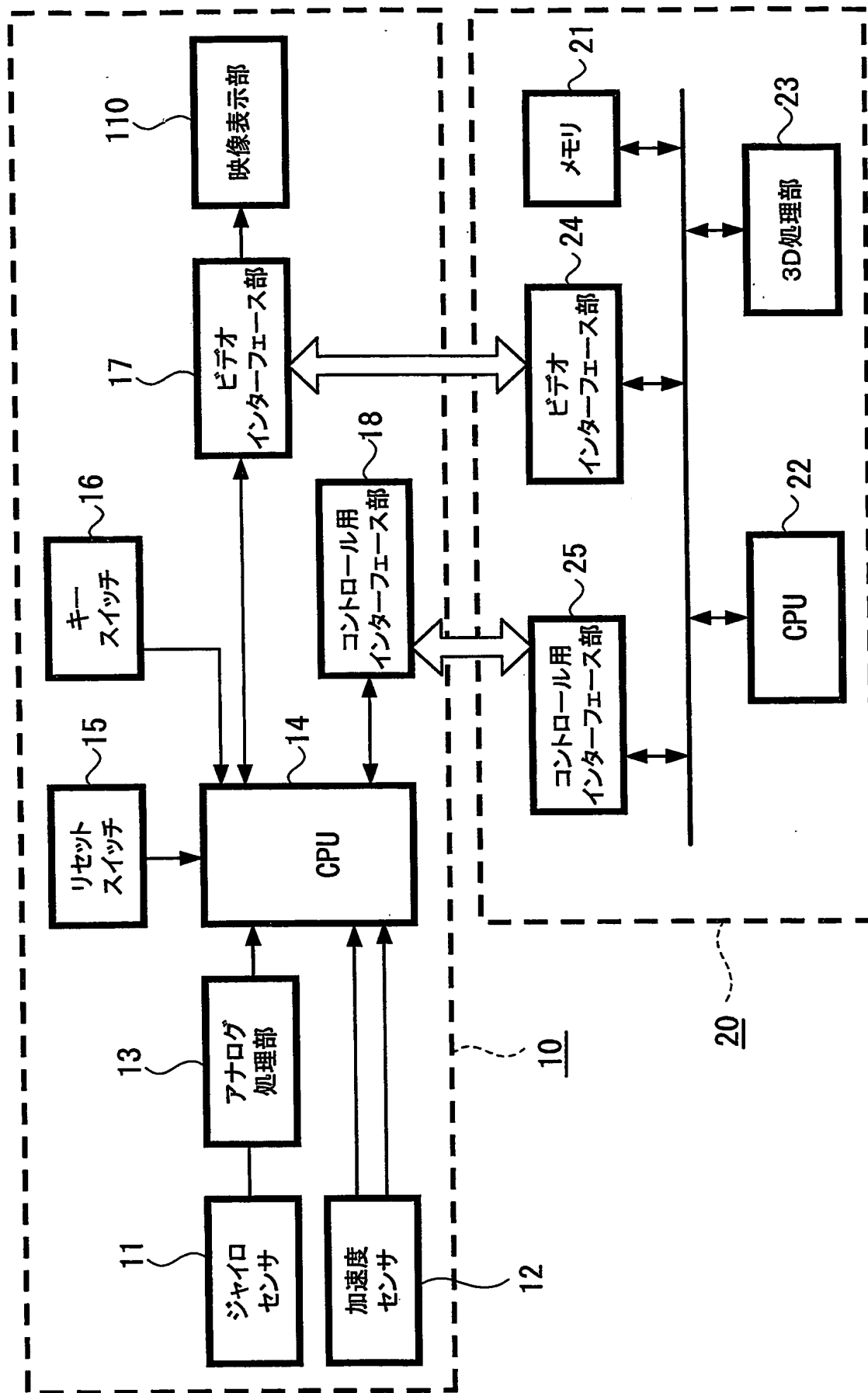


FIG. 8

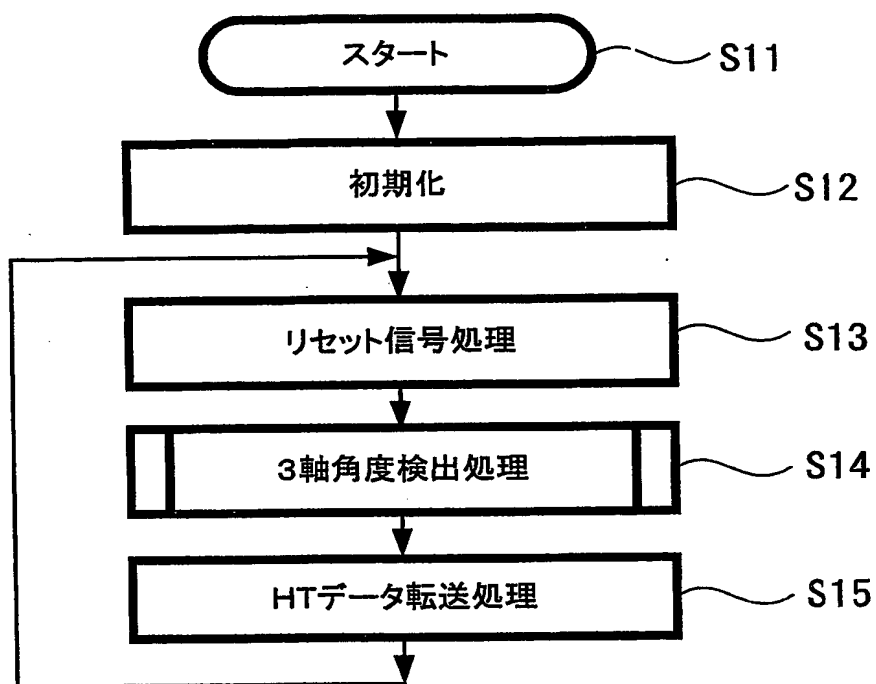


FIG. 9

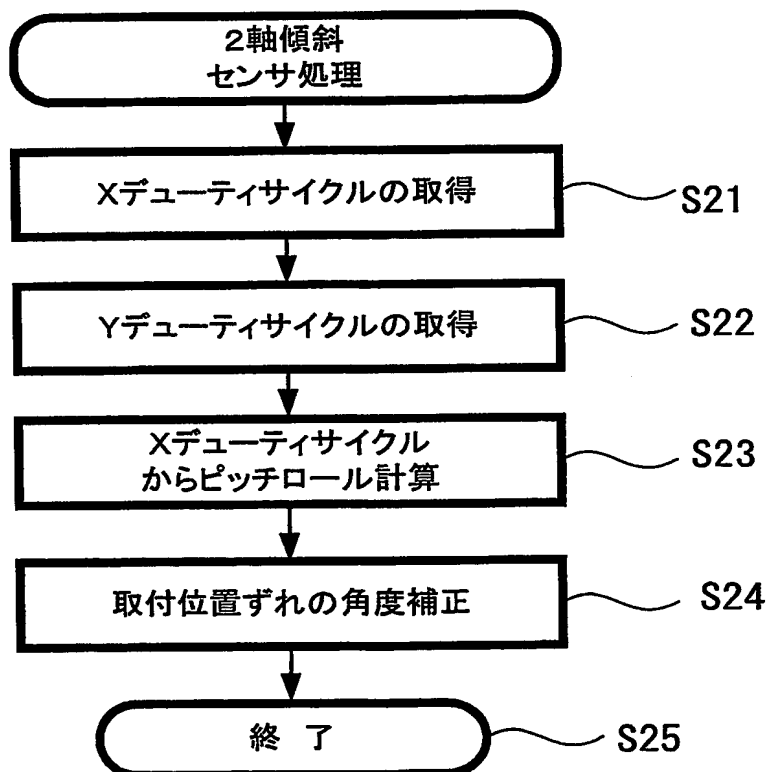


FIG. 10

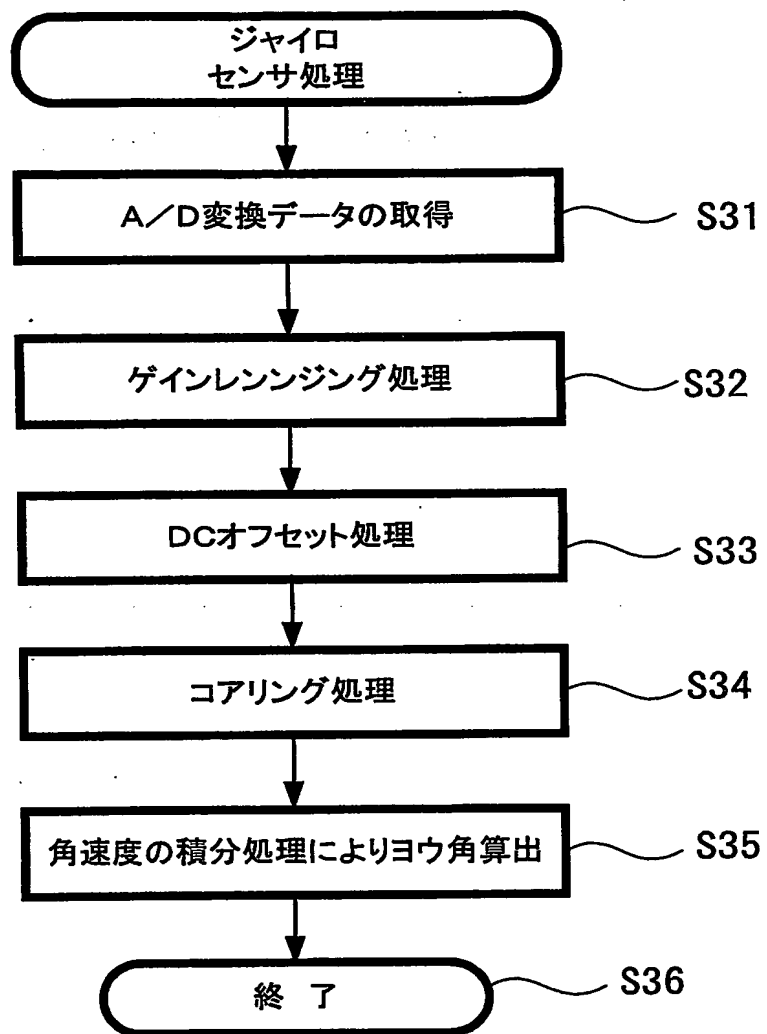
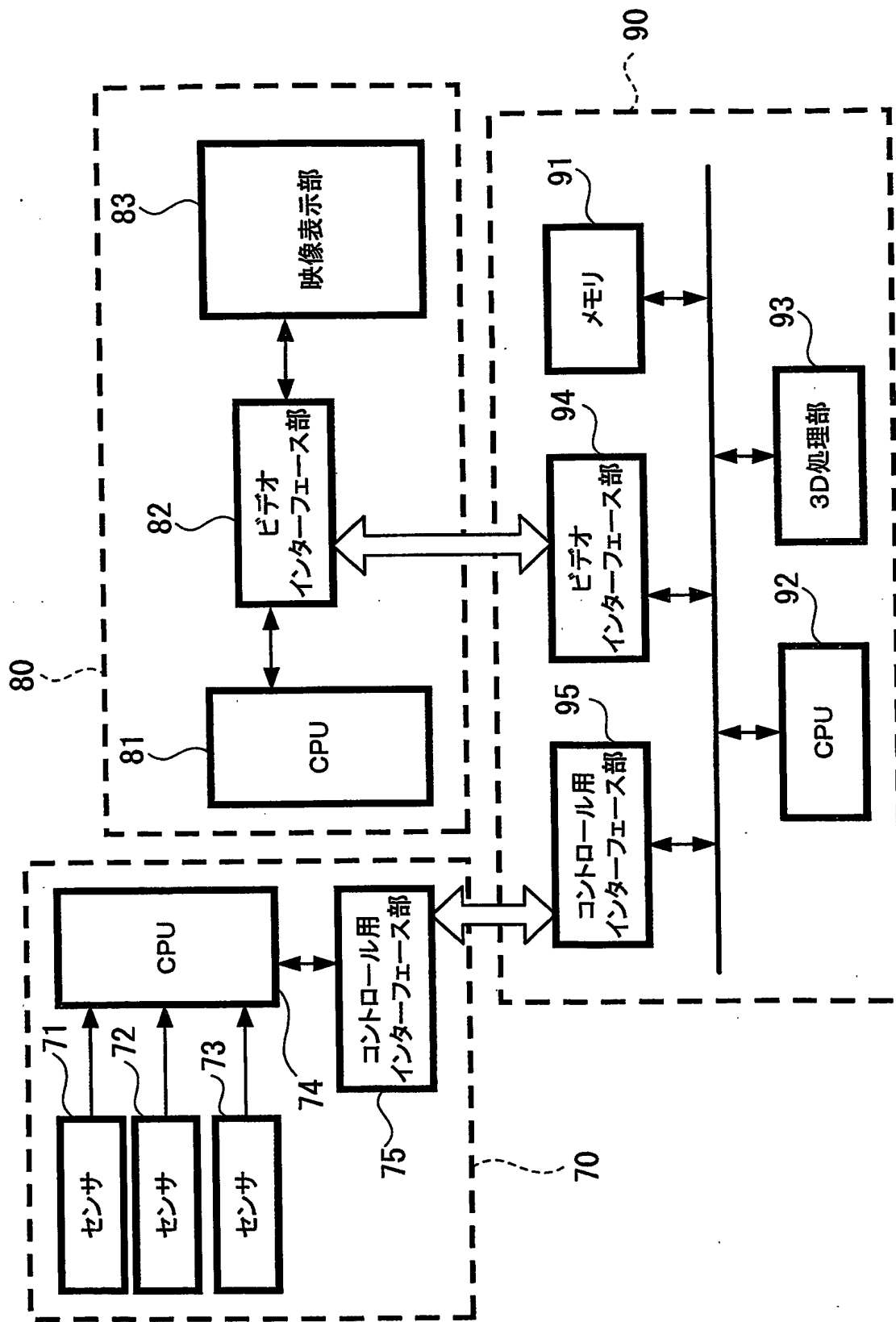


FIG. 11



引 用 符 号 の 説 明

1 1	.....	ジャイロセンサ
1 2	.....	加速度センサ
1 3	.....	アナログ処理部
1 4	.....	中央制御ユニット (C P U)
1 5	.....	リセットスイッチ
1 6	.....	キースイッチ
1 7	.....	ビデオインターフェース部
1 8	.....	コントロール用インターフェース部
2 0	.....	映像信号源
2 1	.....	メモリ
2 2	.....	中央制御ユニット (C P U)
2 3	.....	3 D 処理部
2 4	.....	ビデオインターフェース部
2 5	.....	コントロール用インターフェース部
1 0 0	.....	ヘッドマウントディスプレイ
1 0 0 L, 1 0 0 R	.....	映像表示パネル
1 0 0 n	.....	鼻用切り欠き部
1 1 0	.....	映像表示部
1 1 1, 1 1 2	.....	連結部
1 1 3, 1 1 4	.....	接続部材
1 1 5, 1 1 6	.....	連結部
1 1 7, 1 1 8	.....	接続部材
1 2 1, 1 2 2	.....	軸保持部
1 2 3, 1 2 4	.....	接続部
1 3 0	.....	バンド
1 3 1	.....	幅広部
1 3 2, 1 3 3	.....	U字金具保持部

1 4 0	.....	左ドライバユニット
1 4 1	.....	ドライバ配置部
1 4 2	.....	イヤーパード
1 4 3	.....	金具保持部
1 4 4	.....	U字金具
1 4 5	.....	連結部
1 4 6	.....	コード
1 4 7	.....	空洞部
1 4 8	.....	コード
1 5 0	.....	右ドライバユニット
1 5 1	.....	ドライバ配置部
1 5 2	.....	イヤーパード
1 5 3	.....	金具保持部
1 5 4	.....	U字金具
1 5 5	.....	連結部
1 5 6	.....	コード
1 5 7	.....	空洞部

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10776

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G01C19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G01C19/00-19/72, G09G3/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-20017 A (Canon Inc.), 21 January, 2000 (21.01.00), Par. No. [0019] (Family: none)	1-6
A	JP 9-222921 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 August, 1997 (26.08.97), Par. No. [0002] (Family: none)	1-6
A	US 6201883 B1 (Komatsu Ltd.), 13 March, 2001 (13.03.01), Column 3, line 60 to column 4, line 4 & JP 11-211473 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 October, 2003 (23.10.03)	Date of mailing of the international search report 18 November, 2003 (18.11.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10776

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-89011 A (Mitsubishi Agricultural Machinery Co., Ltd.), 09 April, 1996 (09.04.96), Par. Nos. [0002], [0008] (Family: none)	2, 5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G01C 19/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01C 19/00 - 19/72,
G09G 3/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2000-20017 A (キヤノン株式会社) 2000.01.21, 段落番号【0019】 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 9-222921 A (三菱重工業株式会社) 1997.08.26, 段落番号【0002】 (ファミリーなし)	1-6
A	US 6201883 B1 (Komatsu Ltd) 2001.03.13, 第3欄第60行-第4欄第4行 & JP 11-211473 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.10.03

国際調査報告の発送日

18.11.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

有家 秀郎

2S

9402

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 8-89011 A (三菱農機株式会社). 1996.04.09, 段落番号【0002】, 【0008】 (ファミリーなし)	2, 5